

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-196005

(43)Date of publication of application : 07.08.1989

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 63-318683

(71)Applicant : COMMISS ENERG ATOM

(22)Date of filing : 19.12.1988

(72)Inventor : VALETTE SERGE

(30)Priority

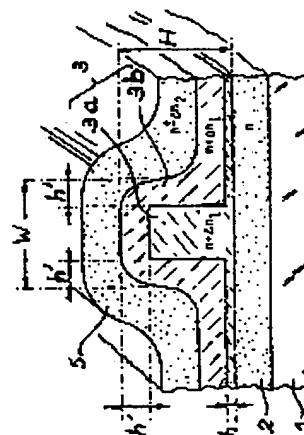
Priority number : 87 8718155 Priority date : 24.12.1987 Priority country : FR

(54) PRODUCTION OF OPTICAL MICROGUIDE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the occurrence of surface defects by depositing a second intermediate layer by a material having the same refractive index as the refractive index of an intermediate layer on this intermediate layer.

CONSTITUTION: The intermediate layer 3a of the refractive index $n+\Delta n_1$ and thickness $H-h'$ is deposited on the first layer 2 having the refractive index (n) and the first intermediate layer 3a is partially etched to the form of the pattern of width $W-2h'$ until the etched part has a thickness (h). Next, the second intermediate layer 3b consisting of the material having the same refractive index as the refractive index of the layer 3a and the thickness h' over the entire part is deposited. The thickness $h+h'$ is sufficiently smaller so as not to contradict with the operation of a microguide. Next, the layer 5 of the material having the refractive index $n+\Delta n_2$ below the refractive index of the layers 3a and 3b is deposited above the second intermediate layer 3b, by which the optical microguide is completed. As a result, the etching defects of the first intermediate layer 3a exist at the intermediate surfaces between the intermediate layers 3a and 3b, and therefore, the defects are decreased. Since the two intermediate layers have the same refractive indices, the change in the refractive indices is zero.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

⑫ 公開特許公報(A) 平1-196005

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)8月7日

G 02 B 6/12

M-7036-2H

N-7036-2H

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全7頁)

⑮ 発明の名称 光マイクロガイドの製造方法

⑯ 特 願 昭63-318683

⑰ 出 願 昭63(1988)12月19日

優先権主張 ⑱ 1987年12月24日 ⑲ フランス(FR) ⑳ 87 18155

㉑ 発 明 者 セルジュ・ヴァレット フランス国、38100 グルノーブル、リュ・デ・オー・クレール 41

㉒ 出 願 人 コミツサレ・ア・レナ フランス国、75015パリ、リュ・ド・ラ・フェデラシオン
ジイ・アトミック 31/33

㉓ 代 理 人 弁理士 佐々木 清隆 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

光マイクロガイドの製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 基板上に次の順序で配置される、屈折率 n の第1層(2)、屈折率 $n + \Delta n_1$ の第2ガイド層(8)および前記2つの層を被覆する屈折率 $n + \Delta n_2$ の第3層(6)からなり、 $\Delta n_2 < \Delta n_1$ または $n - \Delta n_2$ である多層堆積により低光伝播損失を有する光マイクロガイドの製造方法において、前記第2ガイド層(8)が2つの連続工程において堆積され、その第1堆積工程に続いて、第1中間層(3a)のマスキしてない部分が前記第1層と n に等しい前記第1中間層との間に配置された中間面から計算されかつ前記第1層と前記第2層との間の中間面に達しないようなエッチング精度と矛盾のない厚さを有するため、適宜なマスクによる前記第1中間層の部分エッチングが行なわれ、第2堆積工程が前記第1中間層と同一の屈折率 $n + \Delta n_1$ を有する材料からなる第2中間層(3b)を堆積しかつ前記第1中間層

のエッチング欠陥を再生しないような高さ h' だけ前記第1中間層の上方にあり、前記第2層のエッチングされた部分の全体の厚さ $h + h'$ がマイクロガイドの作動と矛盾のないようにすべきであることを特徴とする光マイクロガイドの製造方法。

(2) 前記基板はシリコンからなりかつ前記3つの層はシリカからなり、前記第1および第3層が同一屈折率 n を有しかつ前記第2層がドーピングされかつ屈折率 $n + \Delta n_1$ を有し、 Δn_1 は約 5×10^{-3} で、 h は前記第1中間層の厚さの約5倍でありかつ h' は $0.5 \sim 2 \mu m$ の間であることを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(3) 前記3つの層を構成する材料が以下の三組の材料、すなわち、

$$SiO_2, \text{ドーブド}^+ SiO_2, SiO_2;$$

$$\text{ドーブド}^- SiO_2, SiO_2, \text{ドーブド}^- SiO_2;$$

$$SiO_2, Si_3N_4, SiO_2$$

$$SiO_2, ZnO, SiO_2;$$

$$SiO_2, Si_3N_4, Al_2O_3;$$

$$SiO_2, SiON, SiO_2$$

の中から選ばれ、これを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(4)前記光ガイド層は実質上その高さHに等しい幅Wを有することを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(5)前記ガイド層の材料は窒化ケイ素 Si_3N_4 または酸化亜鉛 ZnO の中から選ばれ、前記ガイド層の高さHは $0.5 \sim 0.2 \mu\text{m}$ の間でありかつその高さは $0.2 \sim 0.8 \mu\text{m}$ の間であることを特徴とする請求項3に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(6)前記構造は前記第3被覆層上への吸収層の堆積によつて完成されることを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

3 発明の詳細な説明

本発明は、電磁エネルギーが閉じ込められかつ電磁界の固有モードにしたがつて流れかつマイクロガイドの寸法および屈折率および運ばれる電磁放射の波長に依存する構造である光マイクロガイドの製造方法に関するものである。

空蒸発によつて得られる多層構造に関する。

さらに、一般的な用語において、複数の層が同一基本成分、例えばシリカを有するとき、屈折率の差を有するため、公知の方法を使用してドーピングが1つ、幾つかまたはすべての層について行なわれる。この公知の方法のうち反応ガスの存在中での化学反応、イオン注入およびイオンまたは種々の原子の拡散の使用に言及することができる。

本発明の理解のために、まず、 SiO_2 から製造されるマイクロガイドを例として取る通常の光マイクロガイドの製造方法を説明しかつその後このようなマイクロガイドの、本発明による方法によつて除去されることができる欠点について言及する。

かかる公知の製造における種々の連続工程を示す第1図ないし第5図を参照してマイクロガイドの分野における従来技術を説明する。

第1図は例えばシリコン基板1を略示しており該基板1上にはまた公知の方法で、2つの連続シ

明らかのように、用語「光ガイド」は可視光に限定されずかつまた赤外線または紫外線に拡張することができる。

光マイクロガイドの主たる特性は、最小の光損失で、言い換えれば入口に注入された電磁エネルギーに出来るだけ近い電磁エネルギーを出口に復帰させるように作動することである。

マイクロガイドの中、本発明はとくに多重コーティングまたは層の堆積によつて製造されるマイクロガイドに関する。これらのマイクロガイドは少なくとも3つの重畳された材料層を有し、その1つ(3層の場合の中心層)は他の2つの層より高い屈折率を有し、前記層は以下の明細書においてガイド層として言及される。これらの種々の層は公知の方法において、例えば、とくに SiO_2 の場合にプラズマ補助化学蒸気堆積(PBCVD)またはとくに窒化ケイ素 Si_3N_4 の場合において、火炎加水分解および低圧化学蒸気堆積(LPCVD)のごとき他の化学蒸気堆積法によつて製造される。本発明はまた、カン・ドスパッタリングまたは真

リカ層、すなわち、例えば第1の普通のシリカ層2および第2のドーピングしたシリカ層3が堆積される。シリカ層3はシリカ層2より高い屈折率を持たねばならず、シリカ層3はシリカの屈折率の増大を可能にしかつ例えばリン、ゲルマニウムまたはチタンによつて構成されるドーパントによつてドーピングされる。さらに、シリコン基板1はガラスまたはシリカ基板、またはこれらの堆積がその上になされることができるいずれの材料からなる基板によつても置き換えられることができる。

マイクロガイドの製造の公知の次の工程は第2図において見ることができる。第2図においては上述した層1, 2および3を見ることができそしてシリカ層3の表面上に幅Wの帯片の形で実施されかつ次に起こるシリカ層3のエッチングを許容する保護マスク4が設けられる。このマスクを構成する材料はとくに感光性樹脂または金属からなることができる。

第3図に示される次の工程は、矩形のドーピン

グされたシリカ層3の形のマイクロガイドの実際のガイド層に至る保護層4を通してドーピングされた 810_2 層3をエッチングすることからなり、その後マスクは除去される。

第1図、第2図および第3図において、層2は屈折率 n をかつ層3は屈折率 $n + n_1$ を有する。

第4図には製造の最終工程が示され、この工程は第3図の完全な製造を $n_2 < n_1$ である屈折率 $n + n_2$ のまたはこの場合に $n_2 < n_1$ または $n_2 > n_1$ である屈折率 $n - n_2$ のシリカ層5で被覆することからなる。通常、シリカ層2および5は同一屈折率 n をかつマイクロガイド3は屈折率 $n + n_1$ を有する。必須の点はガイド層として有効に役立つ層3により、該層3が、電磁光波の求められるトラッピングを引き起すように、層2の屈折率および層5の屈折率より高い屈折率を有するということである。言い換えれば、層2および5はドーピングされないシリカ層にすることができまたはそれらがドーピングされたシリカ層であるならば、それらはマイクロガイドを構成

ならびにエッチング条件(反応イオンエッチングの間中使用されるガスの性質、化学エッチングの間中使用される化学エッチング溶液の性質)に応じてかつマスク4を製造するのに使用される保護材料の型の結果として変化することができる層2および3の表面欠陥を導く。他方において、ガイド層3の大きさ W の減少は案内されるモードに同様の装置の作動の誤差を導き、そのガイド層の全反射率が增大する。したがって前述した表面欠陥とのより多くの相互作用かつしたがって光学的損失の相対的増大がある。

前に言及された従来技術の表面欠陥を示すために、第4図の構造と同一の構造を示す第5図を参照する。第5図にはガイド層3の横断面および層2と5との間の中間面にわたって分布される波状起伏が前記種々の層間の接合不規則性を現わしかつ前述された方法により得られる最終結果を示す。

本発明はとくに多層堆積によりより低い光伝播損失を有しそして簡単でかつ有効な方法により、第5図に示された上述したエッチング欠陥の結果

する層3より弱くドーピングされねばならない。層2および5はまた、シリカの屈折率の減少を可能にするホウ素またはフッ素のごときドーパントによつてドーピングされたシリカ層にすることができそしてこの場合に層3は普通のシリカからなることができる。

このようにして製造された光マイクロガイドはそれらの構成にしたがつて変化するが、しばしば幾つかの用途には高過ぎる強度での光伝播損失を有する。とくに、このようなマイクロガイドの損失はガイド層3の幅 W が減少するときかつガイド層と隣接層との間の屈折率の差 n_1 が数 10^{-3} であるときかなり増大し、損失は W が $5 \sim 6 \mu m$ の値に等しいかまたはそれ以下であるとき非常に迅速に増大する。

この損失の顕著な増大の理由は知られておりかつ以下の2つの主たる原因を有する。一方で、ガイド層をエッチングするための方法は使用されるエッチング方法(イオンエッチング、反応イオンエッチング、化学エッチング等)の結果として、

の重要さの最小化を可能にする光マイクロガイドの製造方法に関する。

したがって、本発明は、基板上に次の順序で配置される、屈折率 n の第1層、屈折率 $n + n_1$ の第2ガイド層および前記2つの層を被覆する屈折率 $n + n_2$ の第3層からなり、 $n_2 < n_1$ または $n - n_2$ である多層堆積により低光伝播損失を有し、第2ガイド層が2つの連続工程において堆積され、その第1堆積工程に続いて、第1中間層のマスクしてない部分が第1層と n に等しい第1中間層との間に配置された中間面と反対にされかつ第1層と第2層との間の中間面に達しないようなエッチング精度と矛盾のない厚さを有するために適宜なマスクによる第1中間層の部分エッチングが行なわれ、第2堆積工程が第1中間層と同一の屈折率 $n + n_1$ を有する材料からなる第2中間層を堆積しかつ第1中間層のエッチング欠陥を再生しないような高さ h' だけ第1中間層の上方にあり、第2層のエッチングされた部分の全体の厚さ $h + h'$ がマイクロガイドの作動と矛盾のないようにす

べきであることを特徴とする光マイクロガイドの製造方法に関する。

言い換えれば、厚さ $b+b'$ は前記領域に多分案内される光エネルギーが伝播することができないために比較的小さくしなければならぬ。これは厚さ $b+b'$ がこのようにして形成された平面ガイドに関連する遮断厚さより少ないか、または前記平面ガイドの案内されるモードに関連する束の間の波が基板が作動波長に対して透明でないならば基板によつて吸収されることができるかまたは層5の上方の完成された構造に計画的に堆積された吸収(金属)層によつて吸収されることを意味する。

かくして、本発明による方法は、同一とみなすことができかつ最小にすることが望まれるエッチング欠陥(明らかに層3aのマスクされた部分上以外)によつて分離される同一屈折率の2つの重畳された中間層に対応する2つの連続工程における第2ガイド層3の製造に本質的に基礎が置かれる。

本発明によれば、層3の第1エッチング工程は

第6図ないし第9図に関連して説明される実施例において、基板1は例えばシリコンからかつ層2, 3a, 3bおよび5はシリカ SiO_2 からなり、層2および5は屈折率 n をかつ中間層3aおよび3bは屈折率 $n+\Delta n_1$ を有する。これは、明らかのように、本発明の実施のとくに興味のある場合であるが、後で示されるように、他の三つ組の材料またはドーピングもまた本発明の特別な用途の場合の結果として使用されることができ。

第6図はシリコン基板1を示し、この上に屈折率 n の第1シリカ層2および屈折率 $n+\Delta n_1$ の第1中間層3aが堆積される。層3aは適宜なマスクを通して公知の手段によつて部分的にエッチングされている。層2と層3a間の中間面から計算して、層3aのエッチングされた部分の残りの厚さは b に等しい。記載された特別な場合において b の値は、例えば $0.1\sim 0.5\mu m$ の間にあることができる。本質は先行のエッチングの間中層2と3a間の中間面に達しないようにすることである。堆積の不均質性を考慮して、この型のエッチング

層2の表面の上方の高さ b において停止される第1中間層3aのエッチング工程であり、前記中間層3aのエッチングされた表面は従来技術の層2および3と同一の欠点を有している。

本発明によれば、中間層3a上に該中間層3aと同一の屈折率 $n+\Delta n_1$ を有する材料において第2中間層3bを堆積することにより前記した表面欠陥に打ち勝つことができる。この第2中間層3bは、表面欠陥を再生することなしに、中間層3aおよび3bの中間面において配置されたエッチング欠陥を吸収するように適切な厚さ b' によつてドーピングされ、厚さ $b+b'$ はマイクロガイドの作動と矛盾しないように十分小さい。

最後に、上述した構体は、第1図ないし第5図に記載された従来技術における層5による場合のように、中間層3aおよび3bの屈折率以下の屈折率を有する層5によつて被覆される。

以下に、本発明をこれによるマイクロガイドの製造方法の非限定的な実施例に関連してかつ添付図面に関連して詳細に説明する。

の精度は層3aの厚さのほぼ5%であり、その結果第1中間層3aの厚さが $5\mu m$ に等しいとき b を $0.25\mu m$ に等しい値に選ぶことができる。

第6図は第1中間層3aのエッチング済み領域上にこの工程において存在する必然的な表面欠陥を描写的な起伏によつて略示する。

第7図はそこで第1中間層3aの屈折率と同一の屈折率からなりかつ第1中間層を高さ b' だけ被覆する材料を堆積する第2工程を示す。記載された例において、前記第2中間層3bは、第1中間層3aと同様に、ドーピングされかつ屈折率 $n+\Delta n_1$ を有するシリカ SiO_2 から作られる。厚さ b' の選択は2つの対向する要求間の妥協、すなわち第1中間層3aの表面欠陥を吸収しかつ削除するのに通するような b' の要求およびマイクロガイド3の作動と矛盾しないために高過ぎない $b+b'$ の要求から結果として生じる。本例の場合に、厚さ b' は $0.5\sim 2\mu m$ の間でありかつ Δn_1 は約 5×10^{-3} である。第1中間層3aのエッチング済み部分の高さ b は第1中間層3aの厚さの約5%で

ある。

最後に、第8図は、その厚さが一般に数 μ mである第4図に関連して記載された型と同一の型のシリカ層5の最終堆積からなる最後の製造工程を示し、それに関連する主たる要求は案内されるモードに関連する束の間の波の深さより厚いという要求から生じる。

第9図を参照して、その寸法が幅 W でかつ高さ H であるガイド層を製造することが望まれるとき本発明による方法の実施のための実際の要件について説明する。第9図から推測されることができるよう、必要な作業は、

- (a) 屈折率 n の第1層2上に屈折率 $n + \Delta n_1$ および厚さ $H - h'$ の中間層3aを堆積し；
- (b) エッチング済み部分が厚さ h を有するまで幅 $W - 2h'$ のパターンの形で屈折率 $n + \Delta n_1$ の材料からなる第1中間層3aを部分的にエッチングし；
- (c) 層3aの屈折率と同一屈折率を有しかつ全体の厚さ h' の材料からなる第2中間層3bを堆積し；
- (d) 第2中間層3bの上方の層3aおよび3bの

挿入される窒化ケイ素 Si_3N_4 または酸化亜鉛 ZnO であるとき、ガイド層の高さ H を $0.05 \sim 0.2 \mu m$ の間の値に、厚さ h を $0.02 \sim 0.08 \mu m$ の値に選ぶことが有利であり、屈折率の差 Δn_1 はほぼ 0.55 である。

本発明による製造方法の中、以下について注目されるべきである。

(a) 明らかに必然的である第1中間層3aのエッチング欠陥の意義は、中間層3aおよび3b間の中間面にあるため、減じられ、2つの中間層が同一の屈折率を有するため、屈折率変化はゼロである。

(b) ガイド層3は丸味を付けた角度および本発明による方法によつて得られるマイクロガイドと先行の単モード光ファイバとの間の容易な結合を許容する円形対称を有する単モード光ファイバの外観に近い案内されたモード外観を有する。

(c) ガイド層の一定の高さ H のために、実施されるべきエッチングの深さは決して無視し得ない時間節約および減じられたフレームの汚染を導く従

屈折率以下の屈折率 $n \pm \Delta n_2$ を有する材料の層5により先行の堆積からなる構体を完成することからなる。

本発明によれば、これら3つの層2, 3および5を構成する材料は以下の三つ組から選ばれることができる。すなわち、

SiO_2 , ドーブド $+$ SiO_2 , SiO_2 ;
 ドーブド $-$ SiO_2 , SiO_2 , ドーブド $-$ SiO_2 ;
 SiO_2 , Si_3N_4 , SiO_2 ;
 SiO_2 , ZnO , SiO_2 ;
 SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 ;
 SiO_2 , $SiON$, SiO_2

である。

これらの例において、層3の中間層3aおよび3bは同一の性質からなる。

さらに、用語「ドーブド $+$ 」は基本材料の屈折率の増大を導くドーピングをそして「ドーブド $-$ 」は基本材料の屈折率の減少を導くドーピングを意味するものと理解される。

ガイド層を構成する材料が2つのシリカ層間に

来方法において必要なエッチング深さに対応する H の代りに、 $H - h - h'$ のみである。

本発明の好適な実施例によれば、光ガイド層は光ガイドが光ファイバと結合された形において使用される場合においてとくに適切な選択であるその高さ H にほぼ等しい幅 W が付与される。

第10図は厚さ $h + h'$ の平面ガイドにおいてマイクロガイド(そのガイド層が厚さ H からなる)の外部の寄生光の伝播を阻止するために、相補的吸収層6、例えば金属層の使用を示す。このような層の厚さは、従来技術において $h + h' = 0$ かつしたがって光がその結果として存在しない平面ガイド内に伝播しないことができる範囲に、本発明と関連づけられる。

例えば金属吸収層6は、厚さ $h + h'$ の平面ガイド7の上方の、第10図の左右に配置された領域6aに制限されることができ、または少しも制限されないうちも知れずかつその場合に連続である。後者の場合には、明らかに、ガイド層3の上に垂れ下がっている SiO_2 層5の厚さは前記ガイ

ド層3内に案内された光が吸収層6に吸収されな
いと仮定される。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図、第3図、第4図および第5図
は公知の製造方法の種々の工程を示す概略図、

第6図は光マイクロガイドのドーピングした第
1中間層の堆積を示す概略図、

第7図は光マイクロガイドの第2中間層の堆積
を示す概略図、

第8図は光マイクロガイドを被覆する第3層の
堆積を示す概略図、

第9図は幅Wおよび高さHのガイド層の製造へ
の本発明による方法の適用を示す概略図、

第10図は第8図および第9図の製造に関連し
て相補的金属吸収層の堆積を示す概略図である。

図中、符号1は基板、2は第1層、3は第2ガ
イド層、3a、3bは第1および第2中間層、5
は第3層、6は吸収層である。

代理人 弁護士 佐々木 清 隆
(外3名)

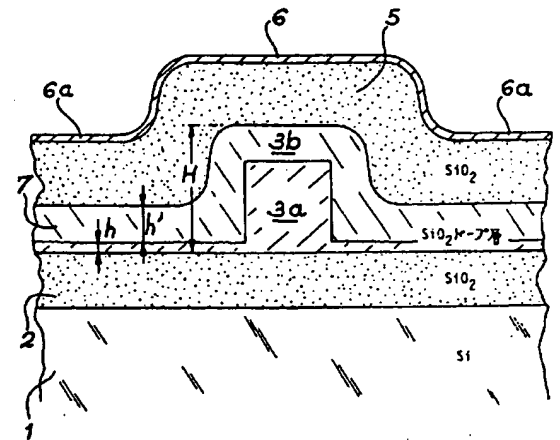


FIG. 10

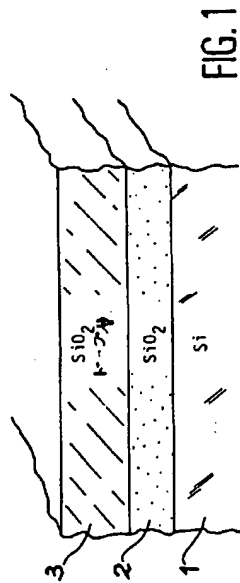


FIG. 1

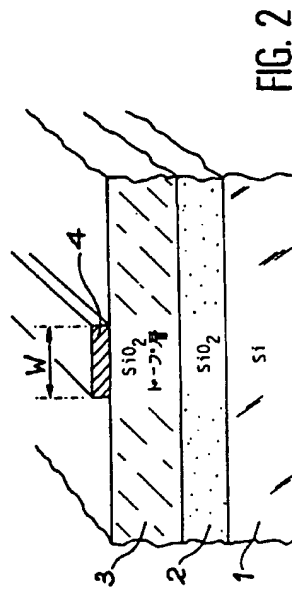


FIG. 2

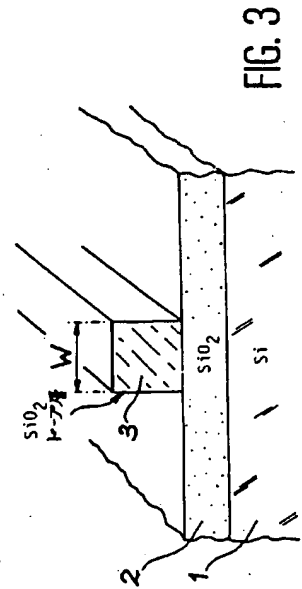


FIG. 3

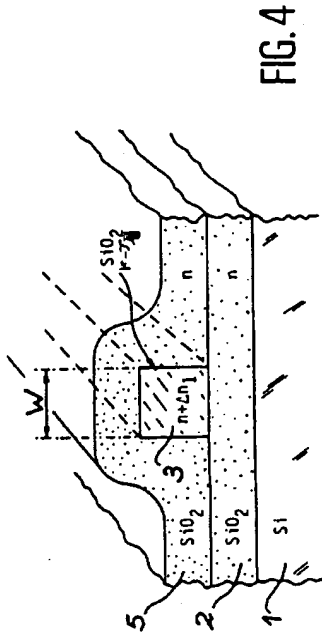


FIG. 4

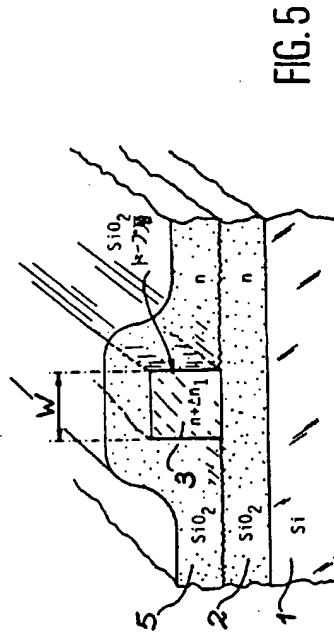


FIG. 5

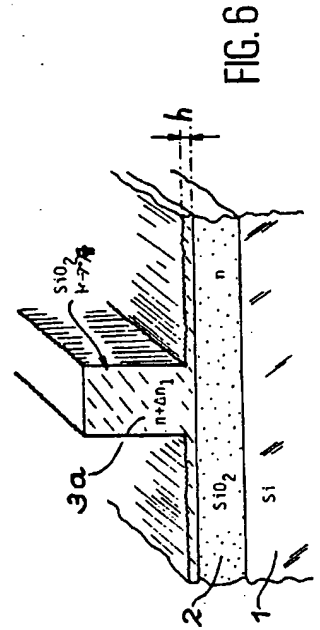


FIG. 6

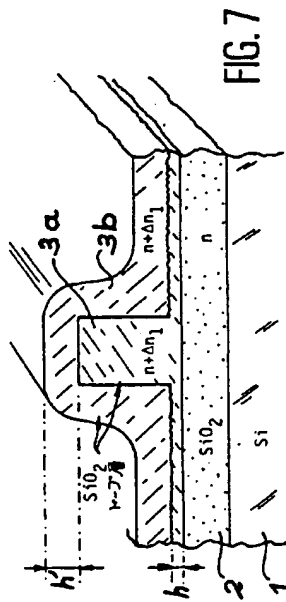


FIG. 7

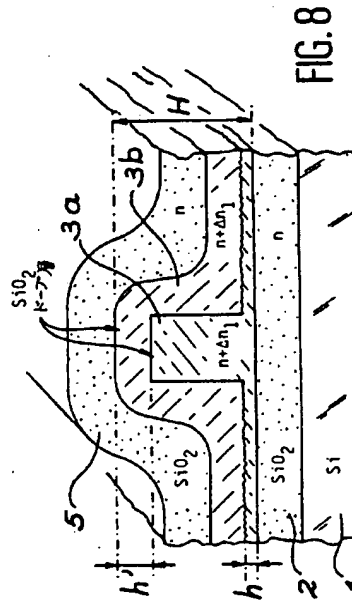


FIG. 8

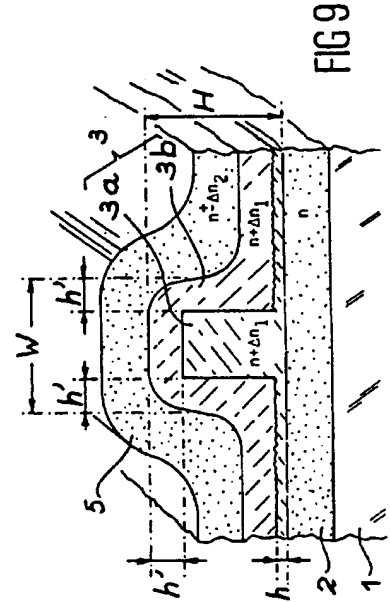


FIG. 9